

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06082604 A**

(43) Date of publication of application: **25 . 03 . 94**

(51) Int. Cl

G02B 1/10

(21) Application number: **04234668**

(71) Applicant: **ITO KOGAKU KOGYO KK**

(22) Date of filing: **02 . 09 . 92**

(72) Inventor: **KATO HIROHISA
TANAKA NAOHIRO**

(54) OPTICAL ELEMENT

(57) Abstract:

PURPOSE: To improve weatherability and to eliminate interference even if a high-refractive-index org. glass is used by interposing a primer layer formed with a specified coating material between the org. glass and a silicone cured coating layer.

CONSTITUTION: A silicone cured coating film (hard coat) and an inorg. antireflection coating are laminated on the surface of an org. glass. A primer layer is interposed between the org. glass and hard coat. The

primer layer consists of the coating material with a urethane elastomer, an inorg. fine particle and the hydrolysate of an organoalkoxysilane as the essential components. The urethane elastomer should be thermoplastic. A reactive component such as a polyamine is preferably added and partially crosslinked after coating. Metal oxides such as silicon oxide, iron oxide and titanium oxide are preferably used for the inorg. fine particle. Consequently, the refractive index of the primer layer is controlled to 1.40-1.70, and the primer layer is applicable to any org. glass.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) **公開特許公報 (A)**

(11)特許出願公開番号

特開平6-82604

(43)公開日 平成6年(1994)3月25日

(51)Int.Cl.⁵
G 0 2 B 1/10

識別記号 庁内整理番号
Z 7132-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-234668

(22)出願日 平成4年(1992)9月2日

(71)出願人 391007507

伊藤光学工業株式会社

愛知県蒲郡市宮成町3番19号

(72)発明者 加藤 裕久

愛知県蒲郡市宮成町3番19号 伊藤光学工業株式会社内

(72)発明者 田中 尚広

愛知県蒲郡市宮成町3番19号 伊藤光学工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 飯田 堅太郎 (外1名)

(54)【発明の名称】 光学要素

(57)【要約】

【目的】 ハードコート及び無機反射防止膜を有する光学要素において、耐候性に優れ、かつ、有機ガラス基材が高屈折率であっても、光干渉を発生させないプライマ一層を、有機ガラスとハードコートとの間に有する光学要素を提供すること。

【構成】 有機ガラスの表面に、ハードコート及び単層又は複層の無機反射防止膜が積層されてなる光学要素。有機ガラスとハードコートとの間に、

(a) ウレタンエラストマー

(b) 無機微粒子

(c) オルガノアルコキシシランの加水分解物

を必須有効成分とする塗料で形成されるプライマ一層が介在されている。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 有機ガラスの表面に、シリコーン硬化塗膜及び無機反射防止膜が積層されてなる光学要素において、前記有機ガラスとシリコーン硬化塗膜との間に、下記成分を必須有効成分とする塗料で形成されてなるプライマー層が介在されていることを特徴とする光学要素。

- (a) ウレタンエラストマー
- (b) 無機微粒子
- (c) オルガノアルコキシシランの加水分解物

【請求項2】 請求項1において、前記ウレタンエラストマーが、熱可塑性であり、前記無機微粒子が金属酸化物であることを特徴とする光学要素。

【請求項3】 有機ガラスとシリコーン硬化塗膜との間にプライマー層を形成するためのプライマー塗料において、下記成分を必須有効成分とすることを特徴とするプライマー塗料。

- (a) ウレタンエラストマー
- (b) 無機微粒子
- (c) オルガノアルコキシシランの加水分解物

【請求項4】 請求項3において、前記ウレタンエラストマーが、熱可塑性エラストマーの水性エマルションの形態で添加されてなり、前記無機微粒子が水性ゾル形態で添加されてなることを特徴とするプライマー塗料。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、有機ガラスの表面に、シリコーン硬化塗膜（ハードコート）及び無機反射防止膜が積層されてなる光学要素に関する。

【0002】 ここで、光学要素とは、有機ガラスをベースに製造される、レンズ、照明器具用カバー、反射鏡、プリズム、フィルター、等を含む概念である。

【0003】 以下の、説明は、眼鏡用レンズを主として例に採り説明をするが、これに限られるものではない。

【0004】

【従来の技術】 近年、眼鏡用レンズの材料としては、無機ガラスに比して、軽くかつ割れにくい有機ガラスが普及してきている。しかし、一般的に有機ガラスは、無機ガラスに比して耐擦傷性が格段に低い。

【0005】 そこで、通常、レンズの表面に、シリコーン系硬化塗膜（以下「ハードコート」と称する。）を有する。さらにその上に、眼鏡レンズの場合、美観上等を理由から、無機物質の蒸着等の乾式めっきによる無機反射防止膜が設けられるようになった。

【0006】 しかし、上記のように有機ガラス基材上に、ハードコートと無機反射防止膜との双方を設けたレンズは、耐衝撃性に劣るという不具合があった。

【0007】 そこで、ハードコートの耐衝撃性を向上させるために、基材とハードコートの間にポリウレタン系

塗料からなるプライマー層を介在させる技術的思想が開示されている（特開昭63-87223・63-141001号、特開平3-109502号等）。

【0008】 他方近年、有機ガラス基材の材料が、脂肪族アリルカーボネート系（CR-39、屈折率1.50）に代わって、より高屈折の、芳香族アリルカーボネート系（屈折率1.57）、ポリチオウレタン系（屈折率1.60～1.70）等に代わりつつある。この場合、ハードコートの屈折率も光による干渉を防ぐため、基材と同等の屈折率を有するものとする必要がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記ウレタン系塗料からなるプライマー層を構成するの屈折率が1.50前後であるため、ハードコートの屈折率を基材のそれに近づけたとしても、光の干渉は避けられない。また、一般に、ウレタン塗膜は、無黄変タイプであっても耐候性に劣り、屋外で使用することが多い眼鏡レンズの場合、望ましくない。

【0010】 本発明の目的は、上記にかんがみて、ハードコート及び反射防止膜を有する光学要素において、耐候性に優れ、かつ、有機ガラス基材が高屈折率であっても、光干渉を発生させないプライマー層を、有機ガラスとハードコートとの間に有する光学要素を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは、上記課題を解決するために、鋭意開発に努力をした結果、下記構成の本発明を完成するに至った。

【0012】 有機ガラスの表面に、ハードコート及び単層又は複層の無機反射防止膜が積層されてなる光学要素において、前記有機ガラスとハードコートとの間に、下記成分を必須有効成分とする塗料で形成されてなるプライマー層が介在されていることを特徴とする光学要素。

- (a) ウレタンエラストマー
- (b) 無機微粒子
- (c) オルガノアルコキシシランの加水分解物

【0014】

【手段の詳細な説明】 以下、本発明の各手段について詳細に説明する。以下の説明で、配合単位は特に断らない限り重量単位である。

【0015】 A. 本発明の光学要素は、有機ガラスの表面に、ハードコート及び無機反射防止膜が積層されてなることを前提とする。

【0016】 (1) 上記有機ガラス基材は、透明で屈折率が1.40～1.70のものならば、特に限定されない。基材材料としては、ポリメチルメタクリレート、ポリカーボネート、脂肪族アリルカーボネート系、芳香族アリルカーボネート系、ポリチオウレタン、等を挙げることができる。

【0017】 (2) 上記ハードコート（シリコーン系硬化

塗膜) は、シリコーン系のものならば特に限定されない。例えば、オルガノアルコキシランの加水分解物に、触媒、金属酸化物の微粒子・複合微粒子を加え、希釈溶剤で適宜塗布可能な粘度になるようにハードコート液を調製する。さらに、このハードコート液には、界面滑性剤(レベリング剤)、紫外線吸収剤、等の薬剤を添加することも可能である。こうして調製したハードコート液を、慣用手段で基体に塗布し、乾燥硬化させてハードコートを得る。このハードコートの膜厚は、通常、0.5~20μmである。

【0018】①上記オルガノアルコキシランとしては、具体的には一般式で示されるものが使用可能である。

【0019】 $R^1, R^2, S \text{ i } (OR^3)_{a+b}$

(但し R^1 は炭素数1~6のアルキル基、ビニル基、エポキシ基、メタクリルオキシ基、フェニル基であり、 R^2 は、炭素数1~6のアルキル基、ハロゲン化アルキル基であり、 R^3 は炭素数1~4のアルキル基、アルコキシアルキル基であり、a及びbは0、1、2、であつて、 $a+b=1, 2, 3$ のいずれかである。) より、具体的には、メチルトリメトキシシラン、グリシドキシメチルトリメトキシシラン、 α -ギリシドキシエチルトリメトキシシラン、 β -グリシドキシエチルトリメトキシシラン、 γ -グリコシドキシプロピルトリメトキシシラン等を挙げることができる。これらは、単独でも又2種以上併用することも可能である。

【0020】②上記触媒としては、トリメリット酸、無水トリメリット酸、などの有機カルボン酸、チタンアルコキシド、ジルコアルコキシド、シリカアルコキシド、等の金属アルコキシド、メチルイミダゾール、ジシアミジアミド、等の窒素含有有機化合物、アセチルアセトンアルミニウム等の金属錯体、酢酸ナトリウム、酢酸カリウム等のアルカリ金属有機カルボン酸塩を使用できる。

【0021】③上記希釈溶剤としては、アルコール類、ケトン類、エステル類、エーテル類、セロソルブ(エチレングリコールのモノアルキルエーテル)類、の内、1種又は2種以上を混合して使用できる。ま

④上記金属酸化物としては、主として、酸化ケイ素、酸化鉄(III)、酸化チタン(IV)、酸化セリウム(IV)、酸化スズ(IV)、酸化タンゲステン(VI)、酸化タンタル(V)、酸化アンチモン(III)、酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム等を使用可能である。単一使用の他に、2種以上を併用、又は、複合微粒子として使用することもできる。

【0022】この、金属酸化物の上記加水分解物100部に対する配合量は、0.2~5部とする。また、粒径は、1~100nmとする。

【0023】⑤上記塗布方法としては、はけ塗り塗装・浸せき塗装・ローラ塗装・スプレ塗装・スピンドル塗装、等を挙げることができる。また、乾燥硬化の条件は、例え

ば、80~120°C×2hとする。

【0024】(3) 反射防止膜は、金属・金属酸化物・金属フッ化物等の無機粉体を、真空蒸着、スパッタリング、イオンプレーティング等の乾式めっき法により形成する。

【0025】上記酸化物としては、二酸化ケイ素、酸化チタン(IV)、酸化タンタル(V)、酸化アンチモン(III)、酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム、等を、金属フッ化物としては、フッ化マグネシウム、等をそれぞれ挙げることができる。

【0026】B. 本発明の有機ガラス基材とハードコートとの間には、ポリウレタン系プライマ塗料からなるプライマ層が介在される。

【0027】(1) 上記プライマ塗料は、(a) ウレタンエラストマー、(b) 無機微粒子、(c) オルガノアルコキシランの加水分解物、の各成分を必須有効成分とするものである。そして、通常、触媒を添加して使用し、必要により、レベリング剤、紫外線吸収剤、酸化防止剤を添加する。

【0028】(a) 上記ウレタンエラストマーは、溶液タイプの形態で添加しても良いが、水性エマルションの形態で添加することが望ましい。

【0029】このようなウレタンエラストマーは、通常、長鎖ポリオールとポリイソシアネートからなる軟質相(ソフトセグメント)と、短鎖ポリオールとポリイソシアネートからなる硬質相(ハードセグメント)とで構成される熱可塑性エラストマーが望ましい。さらには、それらに、塗布後、部分架橋可能にポリアミン等の反応性成分を添加したものが望ましい。

【0030】そして、上記軟質相を形成する長鎖ポリオールとしては、ポリアルキレングリコール(PTMG等)のポリエーテル系、ポリアルキレンアジペート、ポリカプロラクトン、ポリカーボネート等のポリエステル系や、両者が混在するポリエーテルポリエステル系など任意である。これらの内で、ポリエステル系・ポリエーテルポリエステル系が、耐衝撃性の見地から望ましい。

【0031】上記短鎖ポリオールとしては、エチレングリコール、1,2-プロピレングリコール、1,3-ブタジオール、1,4-ブタジオール、1,6-ヘキサンジオール、ネオベンチルグリコール、ジエチレングリコールなどの挙げることができる。

【0032】上記ポリイソシアネートとしては、トリレンジイソシアネート、4,4'-ジフェニルメタンジイソシアネート(MDI)、1,5-ナフタレンジイソシアネート等の芳香族系、1,6-ヘキサメチレンジイソシアネート、イソホロジイソシアネート、水素添加MDI等の脂肪族・脂環式系のものを挙げることができる。耐候性の見地から、非黄変性タイプの脂肪族・脂環式系が望ましい。

【0033】(b) 上記無機微粒子は、屈折率の調製及び

耐候性向上の作用を担うと推定される。無機微粒子の粒子径は、通常、1~100nm、好ましくは10~50nmとする。10nm未満では塗膜の屈折率の向上を期待し難く、50nmを越えると塗膜が乱反射しやすく、疊り現象が発生し易い。

【0034】無機微粒子の配合量は、塩・酸化物の種類、及び、要求される屈折率により異なるが、通常、ポリウレタン100部に対して、10~100部とする。10部未満では金属化合物の添加効果（屈折率を高める）を奏し難い。100部を越えると塗膜に疊りが発生し易い。

【0035】上記無機微粒子は、前述のシラン系硬化塗膜の説明で例示した金属酸化物のうちから、単独、又は、複合微粒子として適宜選択して使用することができる。なお、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、等の窒化物、さらには、ホウ化物、硫化物、フッ化物、金属塩等の内からも、適宜選択して使用することも可能である。そして、通常、水性ゾルの形態で混入することが望ましい。

【0036】(c) 上記オルガノアルコキシシランは、ハードコートとの密着性を確保する作用を有すると推定される。当該成分のポリウレタン100部に対する配合量は、通常、1~10部、好ましくは、3~7部とする。1部未満では本成分の添加効果（ハードコートとの密着性の確保）を奏し難く、10部を越えると、耐衝撃性の改善効果が阻害されるおそれがある。オルガノアルコキシシランとしては、前述の前述のシラン系硬化塗膜の説明で例示したものを使用できる。

【0037】(d) 上記触媒としては、各種アミン、有機錫化合物、有機亜鉛化合物、等を使用可能である。

【0038】(e) 上記において、溶液タイプを使用する場合の溶媒としては、炭化水素類、ハロゲン化物、アルコール類、ケトン類、エステル類、エーテル類、等を挙げることができる。

【0039】(f) プライマー塗料の調製方法は、水性エマルションの場合、下記の如く行なう。

【0040】ウレタンエラストマーと無機微粒子を混合して攪拌した後、オルガノアルコキシシランの加水分解物を加える。なお、オルガノアルコキシシランの加水分解は、等モルとなるように水を加え、2h以上還流することにより行なう。

【0041】(2) このプライマー層の膜厚は、0.01~50μmである。0.01μm以下にすると耐衝撃性の効果は余り望めないし、50μm以上にすると、面精度（レベリング性）が低下する。プライマー層の屈折率は、無機微粒子の種類や量にもよるが、1.40~1.70である。

【0042】コーティング方法としては、ディッピング法、スピンドル法など公知の方法から選ばれる。硬化条件は、80°C~120°Cの範囲で1分~60分である。

る。

【0043】

【発明の作用・効果】本発明の光学要素（プラスチックレンズ）は、上記のような構成のプライマー層が、ハードコートと有機ガラスとの間に介在することにより、従来と同様又はそれ以上の耐衝撃性を、ハードコート上に反射防止膜が形成された光学要素に付与できることは勿論、そのプライマー層の屈折率を1.40~1.70の範囲に自由に調整できるので、どの有機ガラスにも応用できる。又、今までのウレタン樹脂によるプライマー層に比して、耐候性も向上する。

【0044】

【実施例】以下、本発明の効果を確認するために、比較例とともにに行なった実施例について説明をする。

【0045】A. プライマー塗料の調製

<実施例1>市販の水性エマルションポリウレタン「スーパーフレックス150」（第一工業製薬株式会社製、固体分濃度30%、無黄変型、エーテル・エステル系）100部、純水200部、 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ 複合体の水性ゾル（ $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2 = 2/97$ 、平均粒径30nm、固体分濃度10%）60部に、 γ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン8部を純水5部で加水分解したものを混合する。

【0046】<実施例2>実施例1で $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ 複合体の水性ゾルの代わりに $\text{CeO}_2/\text{TiO}_2$ 複合体の水性ゾル（ $\text{CeO}_2/\text{TiO}_2 = 20/80$ 、平均粒径30nm、固体分濃度10%）を用いる。

【0047】<実施例3>実施例1で、 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ 複合体の水性ゾルの代わりに SnO_2 の水性ゾル（平均粒径30nm、固体分濃度10%）を用いる。

【0048】<比較例1>実施例1で $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ 複合体の水性ゾルを添加しない。

【0049】<比較例2>実施例1で γ -グリシドキシプロピルトリメトキシシランの加水分解物を添加しない。

【0050】<実施例4>市販の水性エマルションポリウレタン「スーパーフレックス300」（第一工業製薬株式会社製、固体分濃度30%、無黄変型、エーテル・エステル系）100部、純水300部、 WO_3 の水性ゾル（平均粒径20nm、固体分濃度10%）60部に、メチルトリメトキシシラン10部を純水8部で加水分解したものを混合する。

【0051】<実施例5>市販の水性エマルションポリウレタン「スーパーフレックス150」（第一工業製薬株式会社製、固体分濃度30%、無黄変型、エーテル・エステル系）100部、純水110部、 Sb_2O_3 の水性ゾル（平均粒径20nm、固体分濃度10%）150部に γ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン8部、純水5部で加水分解したものを混合する。

【0052】<実施例6>市販の水性エマルションポリ

ウレタン「スーパーフレックス100」100部、純水60部、CeO₂の水性ゾル（平均粒径20nm、固形分濃度10%）200部に、γ-グリシドキシプロピルトリメトキシラン8部を純水5部で加水分解したものを混合する。

【0053】<実施例7>実施例6でCeO₂水性ゾルの代わりにSnO₂水性ゾル（平均粒径20nm、固形分濃度10%）を用いる。。

【0054】<実施例8>市販の水性エマルションポリウレタン「スーパーフレックス100」100部、CeO₂/TiO₂複合体の水性ゾル（CeO₂/TiO₂=20/80、平均粒径30nm、固形分濃度10%）260部に、メチルトリメトキシラン10部を純水8部で加水分解したものを混合する。

【0055】<実施例9>実施例8でCeO₂/TiO₂複合体の水性ゾルの代わりにSb₂O₃の水性ゾル（平均粒径20nm、固形分濃度10%）を用いる。。

【0056】B. ハードコート液の調製

<ハードコート液a>γ-グリシドキシプロピルトリメトキシラン100部、MeOH200部、10⁻²NH₄Cl1100部を2時間還流にて加水分解後、メタノールシリカゾル1200部、アセチルアセトンアルミニウム7部、「FC-430」（住友3M社製フッ素系界面活性剤、以下同じ）0.4部を加える。

【0057】<ハードコート液b>γ-グリシドキシプロピルトリメトキシラン100部、ケイ酸エチル15部、メタノール20部、10⁻²NのHCl125部を混合し、室温にて24時間加水分解し、Fe₂O₃/TiO₂複合体のアルコール性ゾル（Fe₂O₃/TiO₂=2/98、平均粒径30nm、固形分濃度30%）100部、アセチルアセトンアルミニウム20部、「FC-430」4部を混合した。

【0058】<ハードコート液c>ハードコート液bにおいて、Fe₂O₃/TiO₂複合体のアルコール性ゾルの代わりにSnO₂アルコール性ゾル（平均粒径30nm、固形分濃度30%）を用いる。

【0059】<ハードコート液d>γ-グリシドキシプロピルトリメトキシラン100部、ケイ酸エチル15部、メタノール20部、10⁻²NH₄Cl125部を混合し、室温にて24時間加水分解し、WO₃アルコール性ゾル（平均粒径30nm、固形分濃度30%）150部、アセチルアセトンアルミニウム20部、「FC-430」4部を混合した。

【0060】<ハードコート液e>ハードコート液dにおいて、WO₃ゾルの代わりにSb₂O₃アルコール性ゾル（平均粒径30nm、固形分濃度30%）を用いる。

【0061】C. 試験片の調製

(1) プライマー層の形成

表1に示す基材に、表示の各実施例のプライマー塗料

を、ディッピング法（引上げ速度100mm/sec）で塗布し、100℃×10分の条件で硬化させた。なお、使用した基材の各仕様は下記の通りである。なお、試験片12は、プライマー塗膜を形成しなかった。

【0062】①CR-39:ポリグリコールビスアリルカーボネート製レンズ、屈折率1.50

②1.57レンズ:イソフタル酸ジアリル・安息香酸アリル・メタクリル酸ベンジル共重合体、屈折率1.57

③1.6レンズ:ジフェン酸ジアリル・ウレタンアクリレート・ジイソプロピルバーオキシジカーボネート共重合体、屈折率1.6

④1.66レンズ:ポリチオウレタン製レンズ、屈折率1.66

(2) ハードコートの形成

上記プライマー塗膜を形成した基材の上に、表示のハードコート液を、ディッピング法（引上げ速度100mm/sec）で塗布し、100℃×2時間又は110℃×2時間の条件で硬化させた。

【0063】(3) 反射防止膜の形成

上記ハードコートを形成した基材の上に、無機物質を以下に示す構成で真空蒸着法によって蒸着膜を形成する。

【0064】SiO₂/ZrO₂:1/4λ, ZrO₂:1/4λ, SiO₂:1/4λ

D. 試験項目

上記の如く調製した各試験片について、下記各項目の試験を行なった。

【0065】(1) プライマー層とシリコーン硬化塗膜との密着性試験

反射防止膜を形成する前の試験片について、1cm四方に1mm間隔で100個のマス目を形成し、セロハン製粘着テープを強く押しつけた後、90°方向に急激に剥離して、剥離しない目数を数えた。

【0066】(2) 耐擦傷性試験

スチールウール（#0000）で600gの荷重を作用させて各試験片の反射防止膜の表面を30回こすったときの傷の入り具合を、下記基準で判定をした。

【0067】○傷の入った面積が10%以内。

【0068】△傷の入った面積が10%を越え30%以内。

×傷の入った面積が30%を越える。

【0069】(3) 耐衝撃試験

鋼球（20g）を127cmの高さから、試験片の中心部へ落下させ、割れるか否かで判定をした。

【0070】(4) 外観

背景を黒くした中に蛍光灯（三波長形中白色）「商品名；ルピカエース15W三菱電機株式会社製」を置き、蛍光灯の光りを試験片の反射防止膜表面で反射させ、対象物表面にできる光り干渉色（虹模様）の有無により判定した。

【0071】(5) 耐候性試験

促進耐候性試験（スガ試験機株式会社製「サインシャインスーパー・ロングライフ・ウェザーメータ」）で200h暴露して、外観等の以上の有無を目視判定した。

【0072】E. 試験結果と評価

試験結果を示す表1から、本発明の各実施例は、全て項目において、良好であることが分かる。他方、無機微粒子を含まないプライマー（比較例1）を使用した試験片*

* 4の場合、外観において干渉縞が入らないが、耐候性が劣ることが分かる。また、オルガノアルコキシランを含まないプライマー（比較例2）を使用した試験片5の場合、ハードコートと基材との密着性が劣ることが分かる。また、プライマー塗膜を有しない試験片12の場合、耐衝撃性に劣ることが分かる。

【0073】

【表1】

試験片No	基材	プライマー層	ハードコート膜	試験項目				
				密着性	耐擦傷性	耐衝撃性	外観	耐候性
1	CR-39	実施例1	(a)	100/100	○~△	割れず	干渉縞入らず	異常なし
2	〃	実施例2	〃	〃	〃	〃	〃	〃
3	〃	実施例3	〃	〃	〃	〃	〃	〃
4	〃	比較例1	〃	〃	〃	〃	〃	クラック発生
5	〃	比較例2	〃	90/100	〃	〃	〃	異常なし
6	〃	実施例4	〃	100/100	〃	〃	〃	〃
7	1.57レンズ	実施例5	〃	〃	〃	〃	〃	〃
8	1.6レンズ	実施例6	(b)	〃	〃	〃	〃	〃
9	〃	実施例7	(c)	〃	〃	〃	〃	〃
10	1.66レンズ	実施例8	(d)	〃	〃	〃	〃	〃
11	〃	実施例9	(e)	〃	〃	〃	〃	〃
12	CR-39	—	(a)	〃	〃	割れた	〃	〃